

# Modellierung des Stadtverkehrs beim Lebensmittelkauf – Fallbeispiel E-Food

Benjamin Heldt\*, Tilman Matteis, Antje von Schmidt, Matthias Heinrichs, Jan Blechschmidt



Knowledge for Tomorrow





Im Lebensmittelhandel werden ca. 32 % des gesamten Einzelhandelsumsatzes erzielt.

DLR



DLR







In Berlin werden in einem Jahr über 334 Millionen Einkaufswege zurückgelegt.

DLR







DLR







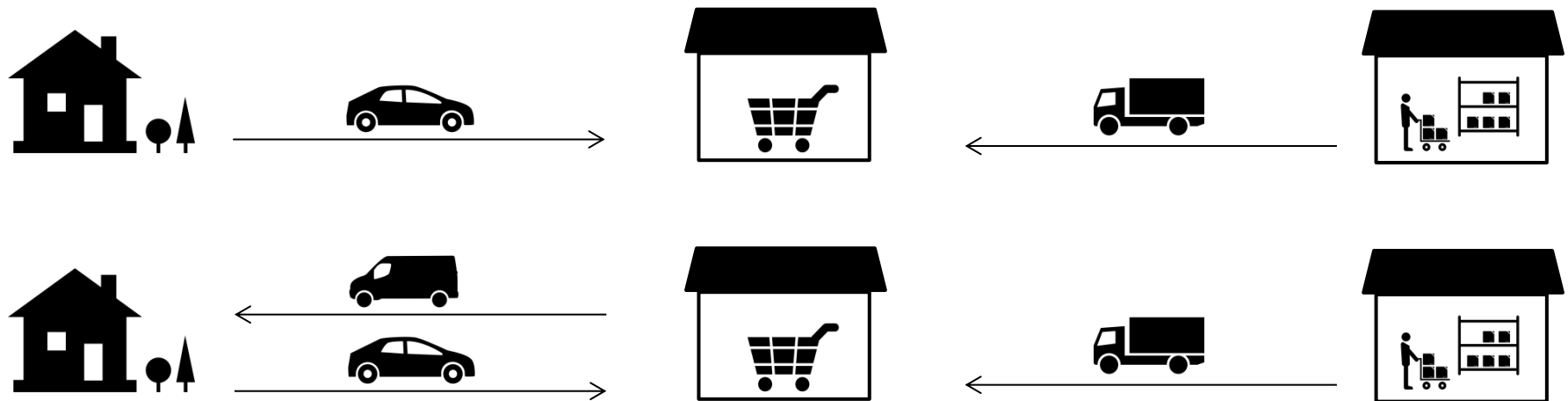
DLR



DLR



# Wie verändert sich der Verkehr bei zunehmendem Online-Handel?



**Wird es weniger Einkaufsfahrten im Personenverkehr geben?**

**Wird es mehr Lieferfahrten geben?**



# Gliederung

- Einführung und Fragestellung
- Stand der Forschung
- Szenario
- Methodisches Vorgehen
- Standortmodellierung
- Synthetisierung von Standorten
- Verkehrsnachfragemodellierung
- Güterverkehrsmodellierung
- Fazit



# Stand der Forschung

- Wenige Studien betrachten Personen- und Güterverkehr zusammen (z.B. Suel & Polak 2017; Laghaei et al. 2015)
- Bisherige Studien analysierten die Auswirkungen von E-Commerce auf die Umwelt und den (Personen-)verkehr basierend auf Umfragen (z.B. Carling et al. 2015; Edwards et al. 2010)
- Betrachtete Branchen: Bekleidung, Bücher, Unterhaltungselektronik
- Ergebnis: E-Commerce verringert Einkaufsfahrten nicht (Rotem-Mindall & Weltevreden 2013)
- Bisher keine Simulation für eine ganze Stadt





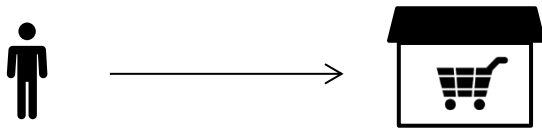
# Szenario

## 2030 BAU - Business as usual:

Berlin

Konventioneller Einkaufsweg

nur POS wird beliefert

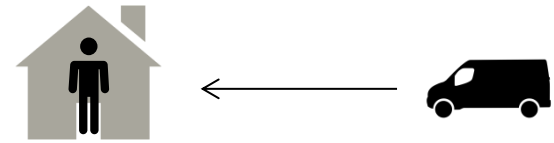


Zunahme Ladengeschäfte

## 2030 E-Food:

Berlin

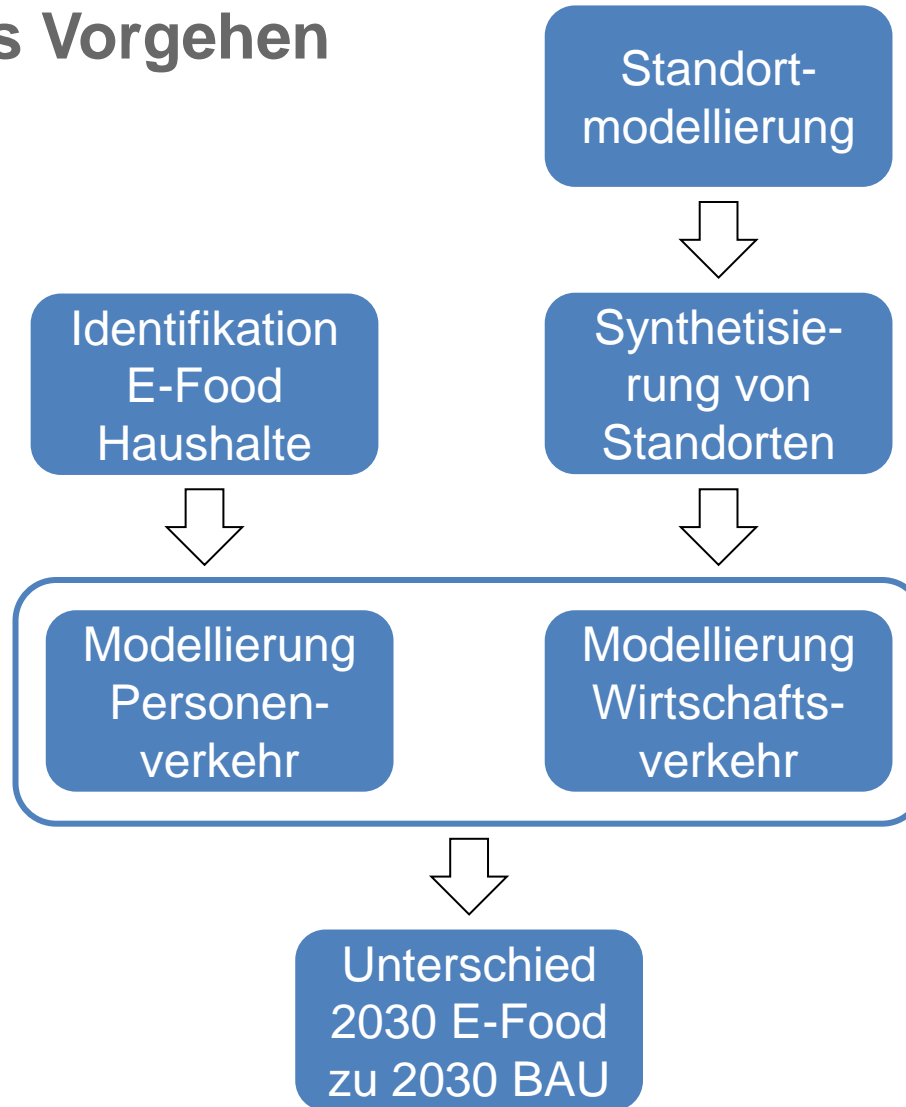
Bisheriger Einkaufsweg eines  
E-Food-affinen Haushaltes entfällt  
auch Haushalt wird beliefert



Abnahme Ladengeschäfte



# Methodisches Vorgehen





# Standortmodellierung

## Methodik

- Ausgangsdaten: Einzelhandels-Bestandsdaten Berlin 2015 der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin
- Poisson-Regressionsmodell für Anzahl Standorte des kleinflächigen und großflächigen Lebensmittelhandels ( $< 1.500 \text{ m}^2$ ,  $\geq 1.500 \text{ m}^2$ ) je Bezirksregion
- Marginalmodell (Anpassungskonstante je Bezirksregion)
- Änderung der Bevölkerungsanzahl für 2030

### Faktoren (kleinflächiger LEH):

- Anzahl ÖPNV-Haltestellen
- Bevölkerungsanzahl
- Anzahl Fahrzeuge aus Simulation
- Anzahl zentrenrelevanter EH (ohne LEH)

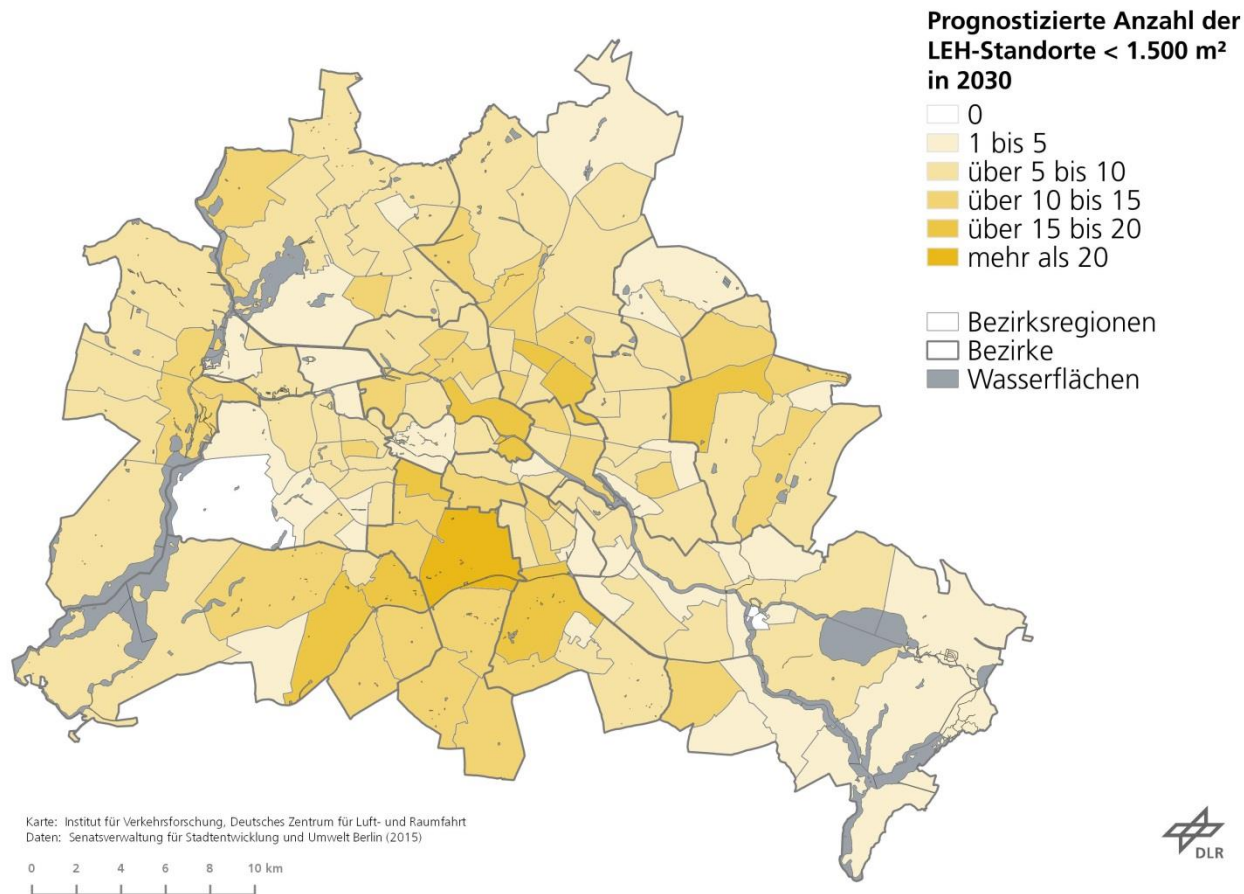
### Faktoren (großflächiger LEH):

- Anzahl ÖPNV-Haltestellen
- Bevölkerungsanzahl



# Standortmodellierung

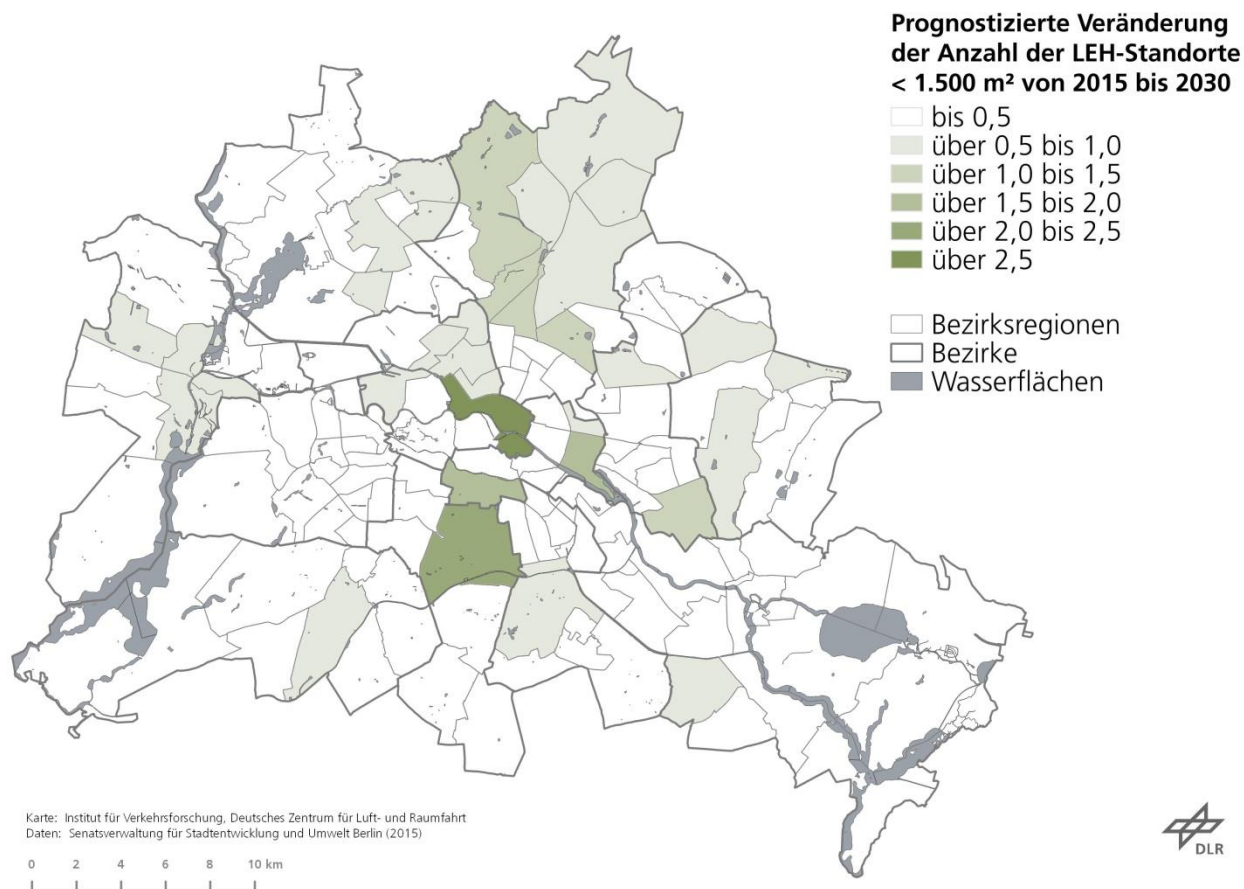
## Ergebnis: Prognose LEH-Standorte 2030 je Bezirksregion





# Standortmodellierung

## Ergebnis: Prognose LEH-Standorte 2030 je Bezirksregion



# Synthetisierung von Standorten

## Methode

- Ziele: Hinzufügen weiteres Attribute: Betriebsform; Veränderung der Anzahl der Standorte im Szenario für 2030 und Erzeugung der synthetischen Standorte
- Ausgangsdaten:
  - Einzelhandels-Bestandsdaten 2015 (innere Verteilung)
  - Ergebnis der Standortmodellierung für 2030 aufgeteilt auf 4 Größenklassen (Randverteilung)
- Laut Prognose Zunahme der Einzelhandelsstandorte bis 2030
- Mithilfe von Iterative Proportional Fitting (IPF) Kopie von Standorten aus dem Originaldatensatz bis neue Randverteilung getroffen wird
- Für das Szenario 2030-E-Food werden 10 % der Standorte zufallsbasiert gelöscht -> Anpassung der Randsummen und Anwendung Synthesizer
- Anzahl Standorte: 1.152 (Basis) -> 1.224 (2030 BAU) -> 1.102 (2030 E-Food)





# Verkehrsnachfrage E-Food-affiner Haushalte

## Annahmen

- Prognosen wie sich der Markt entwickeln wird, sind schwierig
- Branchenexperten erwarteten Anstieg des Online-Anteils bei Lebensmitteln bis 2030 auf 5 bis 10 % (z.B. GfK 2015, BBSR 2017, Ernst & Young 2014)
- In Städten kaufen mehr Kunden Lebensmittel online (Ernst & Young 2017)
- Inzwischen sind Experten kritischer (Wirtschaftswoche 2018):
  - Amazon Fresh wächst langsamer als erwartet
  - Zielmärkte sind bereits gut versorgt und der Online-Einkauf ist aufwändiger als der Einkauf im stationären Handel

Was bedeutet das für Einkaufsaktivitäten und –wege?

- Kunden in Deutschland lassen sich Waren eher bringen
- Online werden vor allem spezielle Produkte eingekauft (Getränke, Süßwaren)
- Wegfall der Wege zu Spezialitätengeschäften, aber auch zusätzliche Lieferwege
- Annahme: Marktwachstum auf 7 % und Rückgang der Wege um 3 %



# Verkehrsnachfragemodellierung

## Methoden: TAPAS – Travel-Activity Pattern Simulation

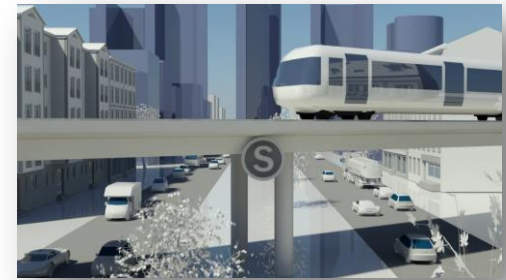
### Agentenbasiertes, mikroskopisches Verkehrsnachfragemodell

- untersucht die mittel- bis langfristigen Veränderung der Personenverkehrsnachfrage in Szenarien
- ermöglicht die Abbildung und Bewertung verkehrlicher Maßnahmen und veränderter Rahmenbedingungen

### TAPAS setzt am individuellen Mobilitätsverhalten an

- nimmt Aktivitäten als Ausgangspunkt täglicher Mobilität
- berücksichtigt detaillierte Personeneigenschaften sowie den jeweiligen Haushaltskontext
- betrachtet Wechselwirkungen zwischen lang- und kurzfristigen Entscheidungen (z.B. Pkw-Besitz, Ziel- und Modalwahl, Abhängigkeiten in der Wegekette)
- ermöglicht räumliche und zeitliche Differenzierungen

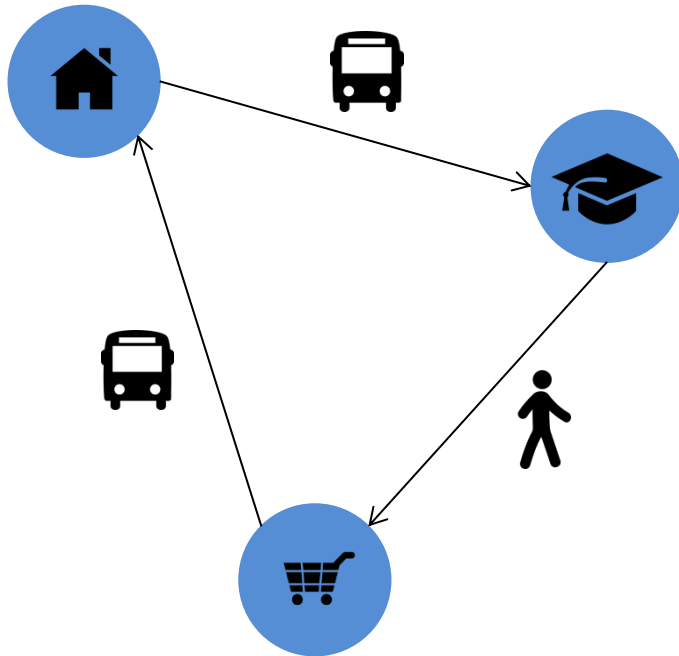
**TAPAS erzeugt für jede Person detaillierte Tagespläne und bietet vielfältige Analysemöglichkeiten**



# Verkehrsnachfragemodellierung

## Methoden: Ansatz

- Annahme: 3 % der Einkaufswege (von und zu) fallen weg (modusunabhängig)
- Simulation eines TAPAS-Laufs für das Jahr 2010
- Berechnung wieviel Distanz und Zeit je Modus eingespart werden
- Übertrag des hierarchisch höheren Modus

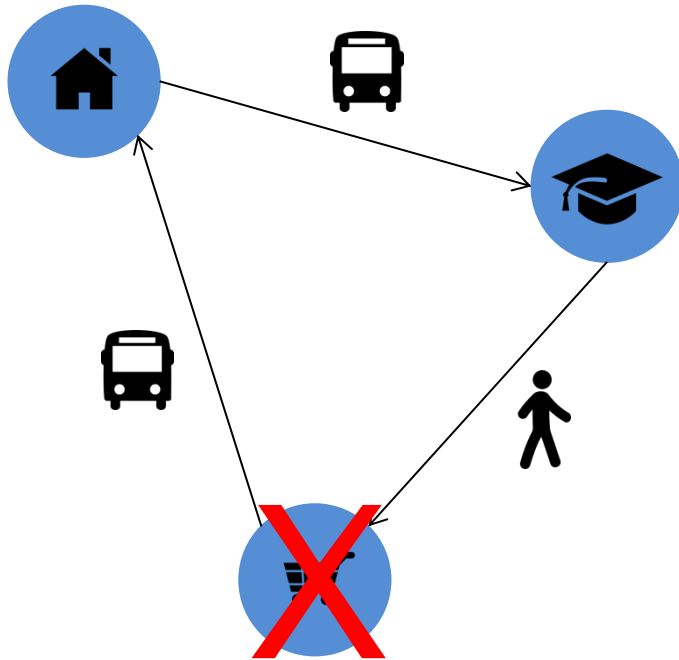




# Verkehrsnachfragemodellierung

## Methoden: Ansatz

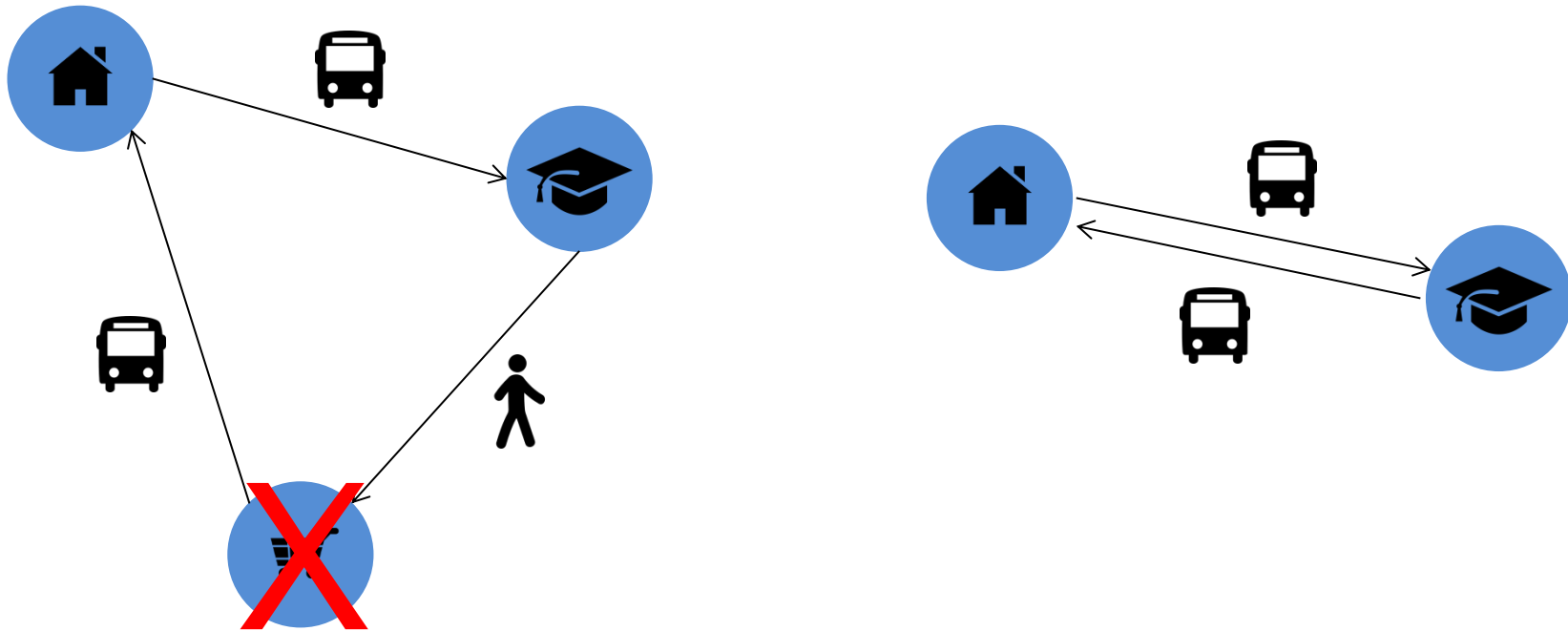
- Annahme: 3 % der Einkaufswege (von und zu) fallen weg (modusunabhängig)
- Simulation eines TAPAS-Laufs für das Jahr 2010
- Berechnung wieviel Distanz und Zeit je Modus eingespart werden
- Übertrag des hierarchisch höheren Modus



# Verkehrsnachfragemodellierung

## Methoden: Ansatz

- Annahme: 3 % der Einkaufswege (von und zu) fallen weg (modusunabhängig)
- Simulation eines TAPAS-Laufs für das Jahr 2010
- Berechnung wieviel Distanz und Zeit je Modus eingespart werden
- Übertrag des hierarchisch höheren Modus

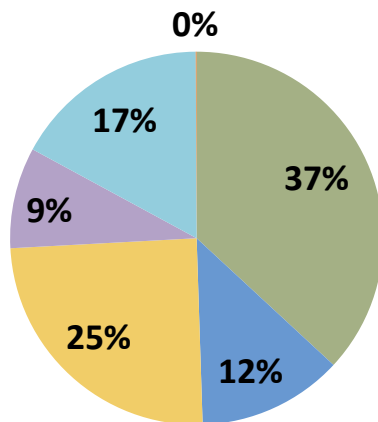


# Verkehrsnachfragemodellierung

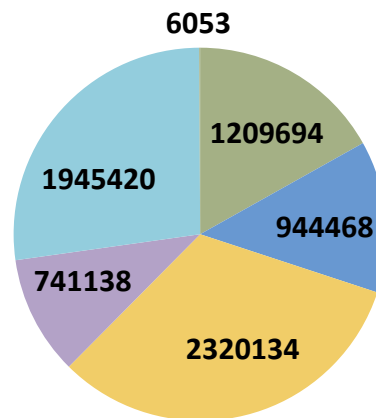
## Ergebnis

täglicher Bedarf (2/3 der Einkaufswege):

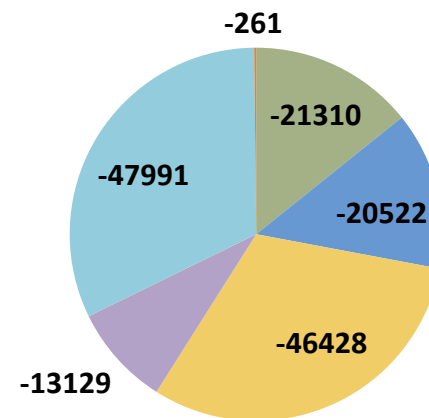
- ca. 46.000 Fahrzeugkilometer pro Tag im MIV weniger (ca. 2 % Reduktion der Verkehrsleistung für Einkaufswege)
- aber auch 41.800 Personenkilometer im NMIV
- Einsparpotential beim Personenverkehr ist wahrscheinlich geringer als die induzierte Zunahme im Lieferverkehr



Verkehrsmittelwahl



Personenkilometer



Reduzierte PKM



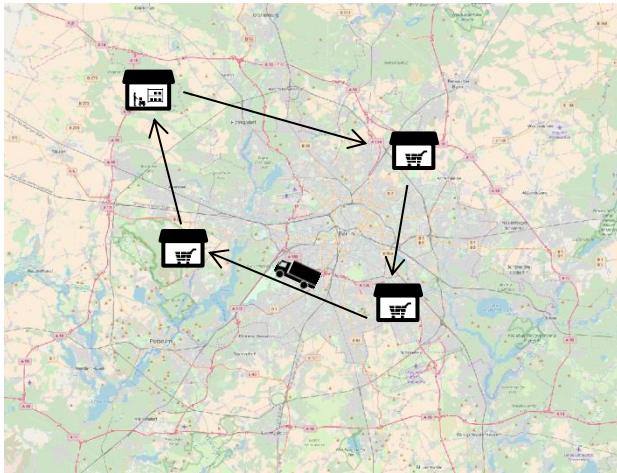


# Güterverkehrsmodellierung

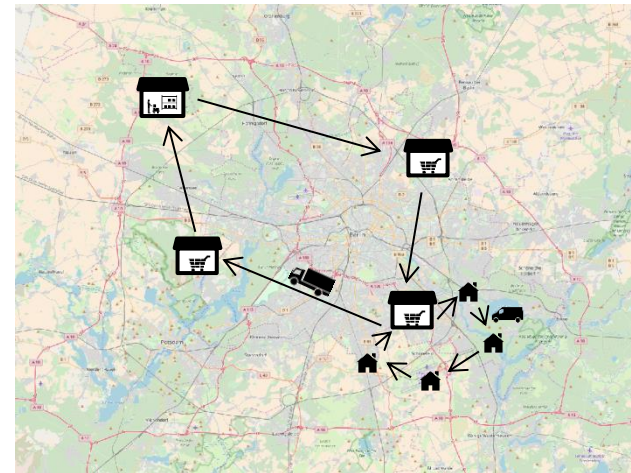
## Methode

- Tourenplanungssoftware jsprit
- Konvertierung zu Umlegungsmodell MATSIM
- Gemeinsame Umlegung mit dem Personenverkehr

**2030 BAU**



**2030 E-Food**



## Fazit und Ausblick

- Instrumentarium zur gekoppelten Abbildung von Personen- und Güterverkehr
- Ergebnisse für die Standortverteilung in 2030 BAU und 2030 E-Food
- Test eines vereinfachten Ansatzes für die Verkehrsnachfrage:  
Wenn 3 % der Wege für kurzfristigen Bedarf wegfallen verringert sich die Verkehrsleistung in MIV und NMIV für kurzfristigen Einkauf um ca. 2 %  
  
→ Bei Berücksichtigung des zusätzlichen Lieferverkehrs ist anzunehmen, dass durch E-Food der Stadtverkehr zunimmt
- Entwicklung eines Modells zur besseren Abbildung welche Wege wegfallen
- Anwendung innerhalb der nächsten Monate und Ermittlung der Indikatoren



# Bibliography

- Carling, K., Han, M., Håkansson, J., Meng, X., & Rudholm, N. (2015) “Measuring transport related CO2 emissions induced by online and brick-and-mortar retailing”, *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 40, pp. 28–42.
- Edwards, J. B., McKinnon, A. C., & Cullinane, S. L. (2010) “Comparative analysis of the carbon footprints of conventional and online retailing: A ‘last mile’ perspective”, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 40 (1/2), pp. 103-123.
- Heldt, B., Matteis, T., Frenzel, I., & Blechschmidt, J. (2017) “Grocery Stores and Urban Transport-Theoretical and Empirical Approaches to Explain Store Location”, *European Transport Conference*, 3.-6. October 2017, Barcelona, Spain.
- Laghaei, J., Faghri, A., & Li, M. (2015) “Impacts of home shopping on vehicle operations and greenhouse gas emissions: multi-year regional study”, *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 23 (5), pp. 381–391.
- Rotem-Mindali, O., & Weltevreden, J. W. J. (2013) “Transport effects of e-commerce: What can be learned after years of research?”, *Transportation* 40, pp. 867-885.
- Suel, E., & Polak, J. W. (2017) “Development of joint models for channel, store, and travel mode choice: Grocery shopping in London”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 99, pp. 147–162.





# Vielen Dank!

Dipl.-Geogr. Benjamin Heldt  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)**  
Institut für Verkehrsforschung  
Abteilung Mobilität und urbane Entwicklung

M: benjamin.heldt@dlr.de  
P: +4930670557971

